



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 197 47 638 C 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
B 62 D 5/04  
B 62 D 6/02  
G 01 L 3/10  
G 01 B 7/30

21 Aktenzeichen: 197 47 638.4-21  
22 Anmeldetag: 29. 10. 97  
43 Offenlegungstag: -  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 1. 7. 99

DE 197 47 638 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen, DE

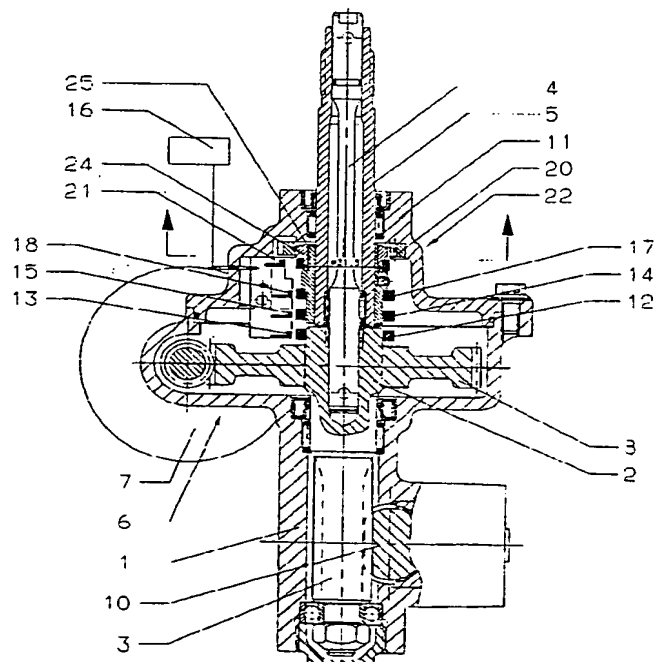
72 Erfinder:  
Brenner, Peter, Dipl.-Ing., 73563 Mögglingen, DE;  
Budaker, Martin, Dipl.-Ing., 73540 Heubach, DE;  
Nagel, Willi, Dipl.-Ing., 71691 Freiberg, DE; Loreit,  
Uwe, 35578 Wetzlar, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 38 44 578 C2  
DE 37 11 854 C2  
DE 38 21 083 A1

54 Elektrisch unterstützte Hilfskraftlenkung für Kraftfahrzeuge

57 Eine elektrisch unterstützte Hilfskraftlenkung für Kraftfahrzeuge enthält eine Eingangswelle (5), die mit einem Lenkhandrad in Wirkverbindung steht, zur Übertragung eines für das Lenken von zu lenkenden Rädern erforderlichen Lenkdrehmomentes. Ein Ausgangsglied steht mit den zu lenkenden Rädern in Wirkverbindung. Ein Servomotor (7), durch den eine Hilfskraft auf die Eingangswelle (5) oder das Ausgangsglied ausgeübt werden kann, ist an der Hilfskraftlenkung angeordnet. Die Eingangswelle (5) und das Ausgangsglied sind über einen Drehstab (4) miteinander verbunden. Eine Erfassungseinheit zum Erfassen eines auf die Eingangswelle (5) wirkenden Lenkdrehmomentes umfaßt je einen mit der Eingangswelle (5) und dem Ausgangsglied verbundenen Magnetring (12, 14) und einen zugehörigen Sensor (13, 15). Jeder Magnetring (12, 14) weist eine gleiche Anzahl von magnetischen Polpaaren auf. Jedem Magnetring (12, 14) ist ein gehäusefester Sensor (13, 15) zugeordnet, durch den sowohl das Lenkdrehmoment als auch die Drehgeschwindigkeit der Eingangswelle (5) erfaßt werden.



DE 197 47 638 C 1

Die Erfindung betrifft eine elektrisch unterstützte Hilfskraftlenkung für Kraftfahrzeuge nach dem Oberbegriff des Anspruches 1. Die Hilfskraftlenkung enthält eine Eingangswelle, die mit einem Lenkhandrad in Wirkverbindung steht und die zur Übertragung eines für das Lenken von zu lenkenden Rädern erforderlichen Drehmomentes dient. Ein Ausgangsglied steht mit den zu lenkenden Rädern in Wirkverbindung. Ein Servomotor, durch den eine Hilfskraft auf die Eingangswelle oder das Ausgangsglied ausgeübt werden kann, ist an der Hilfskraftlenkung angeordnet. Die Eingangswelle und das Ausgangsglied sind über ein drehelastisches Glied derart miteinander verbunden, daß zwischen der Eingangswelle und dem Ausgangsglied eine begrenzte Verdrehbewegung möglich ist. Zum kontaktfreien Erfassen der Richtung und der Stärke eines auf die Eingangswelle wirkenden Lenkdrehmomentes dient eine berührungsfreie Erfassungseinheit. Die Erfassungseinheit umfaßt je einen mit der Eingangswelle und dem Ausgangsglied verbundenen Impulsgeber und einen Sensor. Die Impulsgeber sind als Magnetringe ausgebildet, die an ihren Umfangsflächen mit magnetischen Nord- und Südpolen in abwechselnder Reihenfolge versehen sind. Die beiden Magnetringe werden mit gleichen Anzahlen von Polpaaren ausgestattet und jedem Magnetring wird ein gehäusefester Sensor zugeordnet, durch den sowohl die relative Lage der Magnetringe und damit die relative Lage der Eingangswelle und des Ausgangsgliedes zueinander als auch die Drehgeschwindigkeit der Eingangswelle erfaßt werden. An der Eingangswelle ist ein zweiter Magnetring mit einem zugehörigen zweiten Sensor angeordnet, der zur Erfassung des Lenkwinkels dient. Die beiden Magnetringe, die an der Eingangswelle angeordnet sind, weisen unterschiedliche Anzahlen von Polpaaren auf.

Eine derartige Hilfskraftlenkung ist beispielsweise bekannt aus der DE 38 21 083 A1. Bei dieser Hilfskraftlenkung sind zwei Trommeln aus nichtmagnetischem Material mit einer Eingangswelle bzw. mit einem Ausgangsglied verbunden. Die Trommeln sind auf ihrem Umfang derart mit magnetisierbaren Medien versehen, daß sie abwechselnd magnetische Nord- und Südpole bilden. Durch Messen der Differenz der Drehwinkel der beiden Trommeln wird unter Verwendung von magnetoresistiven Elementen das Drehmoment erfaßt.

Über die Erfassung des Drehmomentes kann man die Servounterstützung einer Elektrolenkung regeln. Regelt man die Servounterstützung bei einer Elektrolenkung rein drehmomentabhängig, so wird dies im Fahrbetrieb als ungewohnt empfunden, da dann andere Reibungsverhältnisse bestehen als bei einer hydraulisch unterstützten Hilfskraftlenkung. Die "Rückmeldung" der Lenkgeschwindigkeit auf das Lenkmoment fehlt. Um diesen Nachteil auszugleichen, ist eine Erfassung der Lenkgeschwindigkeit notwendig. Für die Erfassung der Lenkgeschwindigkeit wird bei bekannten Elektrolenkungen, beispielsweise in der DE 37 11 854 C2, ein zusätzlicher Sensor vorgesehen. Dieser Sensor weist beispielsweise einen Gleichstrom-Lachogenerator auf, der einen Gleichstrom mit einer an die Lenkgeschwindigkeit angepaßten Spannung erzeugt. Ein derartiger Lenkgeschwindigkeitssensor bedeutet einen relativ großen Aufwand für die Erfassung der Lenkgeschwindigkeit. Außerdem kann der absolute Lenkwinkel bei auftretenden Fehlern verlorengehen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Regelung einer gattungsgemäßen, elektrisch unterstützten Hilfskraftlenkung zu verbessern. Insbesondere soll es möglich sein, zusätzlich den absoluten Lenkwinkel mit einfachen Mitteln zu erfassen.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 gekennzeichnete Hilfskraftlenkung gelöst. Die Lösung erfolgt dadurch, daß bei einer gattungsgemäßen Hilfskraftlenkung ein dritter Magnetring mit einem zugehörigen dritten Sensor an der Eingangswelle zur Erfassung des absoluten Lenkwinkels angeordnet wird und der dritte Magnetring mit der Eingangswelle über ein Untersetzungsgetriebe verbunden ist. Dadurch wird verhindert, daß bei auftretenden Fehlern, beispielsweise bei einem Stromausfall, der absolute Lenkwinkel verlorenggeht.

Mit der Erfassung des Lenkwinkels kann der Rücklauf der Lenkung aktiv beeinflußt werden. Außerdem ist dadurch eine Mittendämpfung zum Unterdrücken von Überschwängern beim Rücklauf möglich. Außerdem wird der Geradeauslauf des Kraftfahrzeugs verbessert.

Weitere Vorteile sind eine genaue Zentrierung auf die Geradeausfahrtstellung der Lenkung und die Möglichkeit einer Kennliniengestaltung in Abhängigkeit vom Lenkeinschlag. Dies bedeutet, daß in Geradeausfahrtstellung eine andere Kennlinie als im Parkierbereich vorliegt. Außerdem kann das Lenkwinkelsignal für weitere Fahrzeugsteuergeräte, wie beispielsweise ein aktives Fahrwerk oder eine Wankstabilisierung, herangezogen werden.

Zweckmäßige und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben. Das Untersetzungsgetriebe ist beispielsweise nach der Art eines "Harmonic Drive"-Getriebes ausgeführt.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch die erfindungsgemäße Hilfskraftlenkung am Beispiel einer Zahnstangenlenkung; Fig. 2 den Querschnitt gemäß der Linie II-II in Fig. 1.

Die Erfindung wird am Beispiel einer Hilfskraftlenkung mit einem Zahnstangengetriebe erläutert. Mit gleicher Wirkung kann die Erfindung jedoch auch auf andere Hilfskraftlenkungen, beispielsweise solche mit Kugelmuttergetrieben oder mit einer von dem Lenkgetriebe geteilten Lenksäule, angewendet werden.

In einem Lenkgehäuse, kurz als Gehäuse 1 bezeichnet, ist ein mit einer Ritzelwelle 2 verbundenes Ritzel 3 drehbar gelagert. Das Ritzel 3 stellt ein Ausgangsglied dar, das mit nicht dargestellten, zu lenkenden Rädern in Wirkverbindung steht. Anstelle des Ritzels 3 steht bei einer Kugelmutterlenkung eine Gewindespindel. Die Ritzelwelle 2 ist über einen Drehstab 4 mit einer Eingangswelle 5 des Lenkgetriebes verbunden. Anstelle des Drehstabs 4 kann ein anderes drehelastisches Glied verwendet werden.

Das Ritzel 3 steht über ein Zahnrad- oder Schneckengetriebe 6 in trieblicher Verbindung mit einem Elektromotor 7. Auf der Ritzelwelle 2 ist ein Schneckenrad 8 des Schneckengetriebes 6 befestigt. Das Ritzel 2 steht außerdem über eine Zahnstange 10 mit den zu lenkenden Rädern in trieblicher Verbindung.

An einem Teil des Gehäuses 1, in dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 in dem oberen, der Eingangswelle 4 benachbarten Teil, ist ein Sensorgehäuse 11 befestigt.

Auf der Ritzelwelle 2 ist ein Impulsgeber in der Form eines Magnetringes 12 angeordnet. Der Magnetring 12 wirkt zusammen mit einem Sensor 13, der in dem Sensorgehäuse 11 gehalten ist. Auf der Eingangswelle 5 ist ein erster Impulsgeber in der Form eines Magnetrings 14 benachbart zu dem Magnetring 12 befestigt. Ein zugehöriger Sensor 15 ist in dem Sensorgehäuse 11 gehalten. Die beiden Magnetringe 12 und 14 sind an ihren Umfangsflächen in abwechselnder Reihenfolge mit magnetischen Nord- und Südpolen versehen. Beide Magnetringe 12 und 14 weisen die gleiche An-

zahl von Polpaaren auf.

Die Signale der beiden Sensoren 13 und 15 werden in einer Elektronik-Einheit 16 erfaßt und verarbeitet. Dabei wird über die relative Lage der beiden Magnetringe 12 und 14 zueinander das Drehmoment erfaßt. Ein über das Lenkhandrad auf die Eingangswelle 5 eingeleitetes Drehmoment wird über den Drehstab 4 auf die Ritzelwelle 2 übertragen. Dabei kommt es, abhängig vom Drehmoment und von der Federkennlinie des Drehstabes 4, zu einer relativen Verdrehung der Eingangswelle 5 zu der Ritzelwelle 2 und somit zu einer Verdrehung des Magnetringes 14 gegenüber dem Magnetring 12. Der Verdrehwinkel der Magnetringe 12 und 14 zueinander ist also bei gegebenem Drehstab 4 abhängig von dem Betätigungsmoment an dem Lenkhandrad. Das gemessene Drehmoment dient als Meßgröße für die Servounterstützung und wird von der Elektronik-Einheit 16 an den Elektromotor 7 weitergeleitet.

Neben dem Lenkdrehmoment kann die Drehgeschwindigkeit der Eingangswelle 5 durch die beiden Magnetringe 12 und 14 und die beiden Sensoren 13 und 15 erfaßt werden. Durch Messung der abgetasteten Pole der Magnetringe und deren Ableitung über die Zeit kann die Drehgeschwindigkeit errechnet werden. Werden zusätzlich die horizontalen und vertikalen Zeigerkomponenten des Magnetfeldes ausgewertet, so läßt sich nach Art eines Inkrementalgebers zusätzlich die Drehrichtung bestimmen.

Wenn man benachbart zu dem ersten Magnetring 14 auf der Eingangswelle 5 einen zweiten Magnetring 17 anbringt und in dem Sensorgehäuse 11 einen zugehörigen Sensor 18, so kann man mit diesen beiden Magnetringen 14 und 17 und den beiden Sensoren 15 und 18 den Lenkwinkel bestimmen. Dies wird dadurch möglich, daß die beiden Magnetringe 14 und 17 voneinander abweichende Anzahlen von Polpaaren aufweisen. Dadurch kann über die jeweilige Stellung der Pole der beiden Magnetringe 14 und 17 zueinander auf den jeweiligen Lenkwinkel geschlossen werden. Die Lenkwinkelbestimmung mit dieser Methode ist auf einen Bereich von 180° beschränkt. Deshalb muß nach einmaliger Bestimmung der Geradeausfahrtstellung der jeweils zurückgelegte Lenkwinkel durch die Elektronik-Einheit 16 erfaßt und gespeichert werden, um auf den tatsächlichen Lenkwinkel schließen zu können.

Bei dieser Anordnung können Störungen, z. B. ein Stromausfall, zu Fehlern führen. Um solche Fehler auszuschalten, wird auf der Eingangswelle 5 ein dritter Magnetring 20 mit einem zugehörigen Sensor 21 angeordnet. Der Sensor 21 ist wie die anderen Sensoren in dem Sensorgehäuse 11 gehalten. Der Magnetring 20 dagegen ist mit der Eingangswelle 5 über ein Untersetzungsgetriebe 22 verbunden. Bei dem Untersetzungsgetriebe 22 handelt es sich um ein Innenverzahnungsgetriebe nach Art eines "Harmonic Drive"-Getriebes. Das Untersetzungsgetriebe 22 enthält ein außenverzahntes Zahnrad 23 und ein innenverzahntes Hohlrad 24. Das Hohlrad 24 ist in dem Sensorgehäuse 11 drehfest und konzentrisch zu der Achse der Eingangswelle 5 gelagert. Das Zahnrad 23 ist auf einer Buchse 25 um den Betrag einer Exzentrizität "e" exzentrisch zu der Achse der Eingangswelle 5 gelagert. Die Exzentrizität "e" entspricht dem Achsabstand der Verzahnung. Dieses Untersetzungsgetriebe 22 ermöglicht eine absolute Lenkwinkelerfassung über den gesamten Bereich der Lenkhandradumdrehungen.

Der Magnetring 20, der mit dem Zahnrad 23 fest verbunden ist, ist mit zwei Polpaaren versehen. In Kombination mit dem Sensor 21 kann die absolute Winkellage über 90° erfaßt werden. Geht man von einer Lenkung mit insgesamt vier Lenkhandradumdrehungen aus, so bedeutet dies, daß in Verbindung mit dem Untersetzungsgetriebe 22, wie bereits erwähnt, die absolute Lenkwinkellage über den gesamten

Lenkungsbereich erfaßt werden kann.

Die Magnetringe 12, 14 und 20 und die Sensoren 13, 15 und 21 bilden zusammen mit der Elektronik-Einheit 16 eine Erfassungseinheit zum kontaktfreien Erfassen der Richtung und der Größe eines an der Eingangswelle 5 auftretenden Lenkmomentes, der Lenkgeschwindigkeit und des Lenkwinkels. Gemessen wird hierbei die Änderung eines Magnetfeldes, die durch eine Bewegung der Magnetringe 12, 14 und 20 hervorgerufen wird.

In einer anderen möglichen Ausführungsform, bei der der Elektromotor 7 nicht auf das Ritzel 3, sondern auf die Zahnstange 10 oder auf die Eingangswelle 5, bzw. eine mit der Eingangswelle 5 verbundene Lenksäule wirkt, kann die Erfassungseinheit an einer anderen Stelle der Hilfskraftlenkung angeordnet werden.

#### Bezugszeichenliste

- |    |                          |
|----|--------------------------|
| 1  | Gehäuse                  |
| 20 | 2 Ritzelwelle            |
|    | 3 Ritzel                 |
|    | 4 Drehstab               |
|    | 5 Eingangswelle          |
|    | 6 Schneckengetriebe      |
| 25 | 7 Elektromotor           |
|    | 8 Schneckenrad           |
|    | 9 -                      |
|    | 10 Zahnstange            |
|    | 11 Sensorgehäuse         |
| 30 | 12 Magnetring            |
|    | 13 Sensor                |
|    | 14 Magnetring            |
|    | 15 Sensor                |
|    | 16 Elektronik-Einheit    |
| 35 | 17 Magnetring            |
|    | 18 Sensor                |
|    | 19 -                     |
|    | 20 Magnetring            |
|    | 21 Sensor                |
| 40 | 22 Untersetzungsgetriebe |
|    | 23 Zahnrad               |
|    | 24 Hohlrad               |
|    | 25 Buchse                |

#### Patentansprüche

##### 1. Elektrisch unterstützte Hilfskraftlenkung für Kraftfahrzeuge,

- mit einer Eingangswelle (5), die mit einem Lenkhandrad in Wirkverbindung steht, zur Übertragung eines für das Lenken von zu lenkenden Rädern erforderlichen Lenkdrehmomentes,
- mit einem Ausgangsglied, das mit den zu lenkenden Rädern in Wirkverbindung steht,
- mit einem Servomotor, durch den eine Hilfskraft auf die Eingangswelle (5) oder das Ausgangsglied ausgeübt werden kann, wobei die Eingangswelle (5) und das Ausgangsglied über ein drehelastisches Glied derart miteinander verbunden sind, daß zwischen der Eingangswelle (5) und dem Ausgangsglied eine begrenzte Verdrehbewegung möglich ist,
- mit einer Erfassungseinheit zum kontaktfreien Erfassen der Richtung und der Stärke eines auf die Eingangswelle (5) wirkenden Lenkdrehmomentes,
- wobei die Erfassungseinheit je einen mit der Eingangswelle (5) und dem Ausgangsglied ver-

- bundenen Impulsgeber und einen Sensor umfaßt,  
 – wobei die Impulsgeber als Magnetringe (12, 14) ausgebildet sind, die an ihren Umfangsflächen mit magnetischen Nord- und Südpolen in abwechselnder Reihenfolge versehen sind, und mit folgenden weiteren Merkmalen:  
 – jeder Magnetring (12, 14) weist eine gleiche Anzahl von Polpaaren auf,  
 – jedem Magnetring (12, 14) ist ein gehäusefester Sensor (13, 15) zugeordnet, durch den sowohl die relative Lage der Magnetringe (12, 14) und damit die relative Lage der Eingangswelle (5) und des Ausgangsgliedes zueinander als auch die Drehgeschwindigkeit der Eingangswelle (5) erfaßt werden,  
 – an der Eingangswelle (5) ist ein zweiter Magnetring (17) mit einem zugehörigen zweiten Sensor (18) angeordnet zur Erfassung des Lenkwinkels,  
 – der zweite Magnetring (17) und der erste an der Eingangswelle (5) angeordnete Magnetring (14) weisen unterschiedliche Anzahlen von Polpaaren auf,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß an der Eingangswelle (5) ein dritter Magnetring (20) mit einem zugehörigen dritten Sensor (21) angeordnet ist zur Erfassung des absoluten Lenkwinkels und daß der dritte Magnetring (20) mit der Eingangswelle (5) über ein Untersetzungsgetriebe (22) verbunden ist.  
 2. Elektrisch unterstützte Hilfskraftlenkung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Untersetzungsgetriebe (22) nach der Art eines "Harmonic Drive"-Getriebes ausgeführt ist.  
 3. Elektrisch unterstützte Hilfskraftlenkung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der dritte Magnetring (20) mit zwei Polpaaren versehen ist.  
 4. Elektrisch unterstützte Hilfskraftlenkung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Servomotor ein Elektromotor (7) ist.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

45

50

55

60

65

- Leerseite -

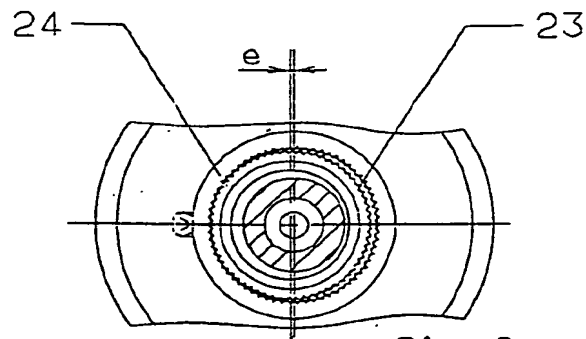


Fig. 2

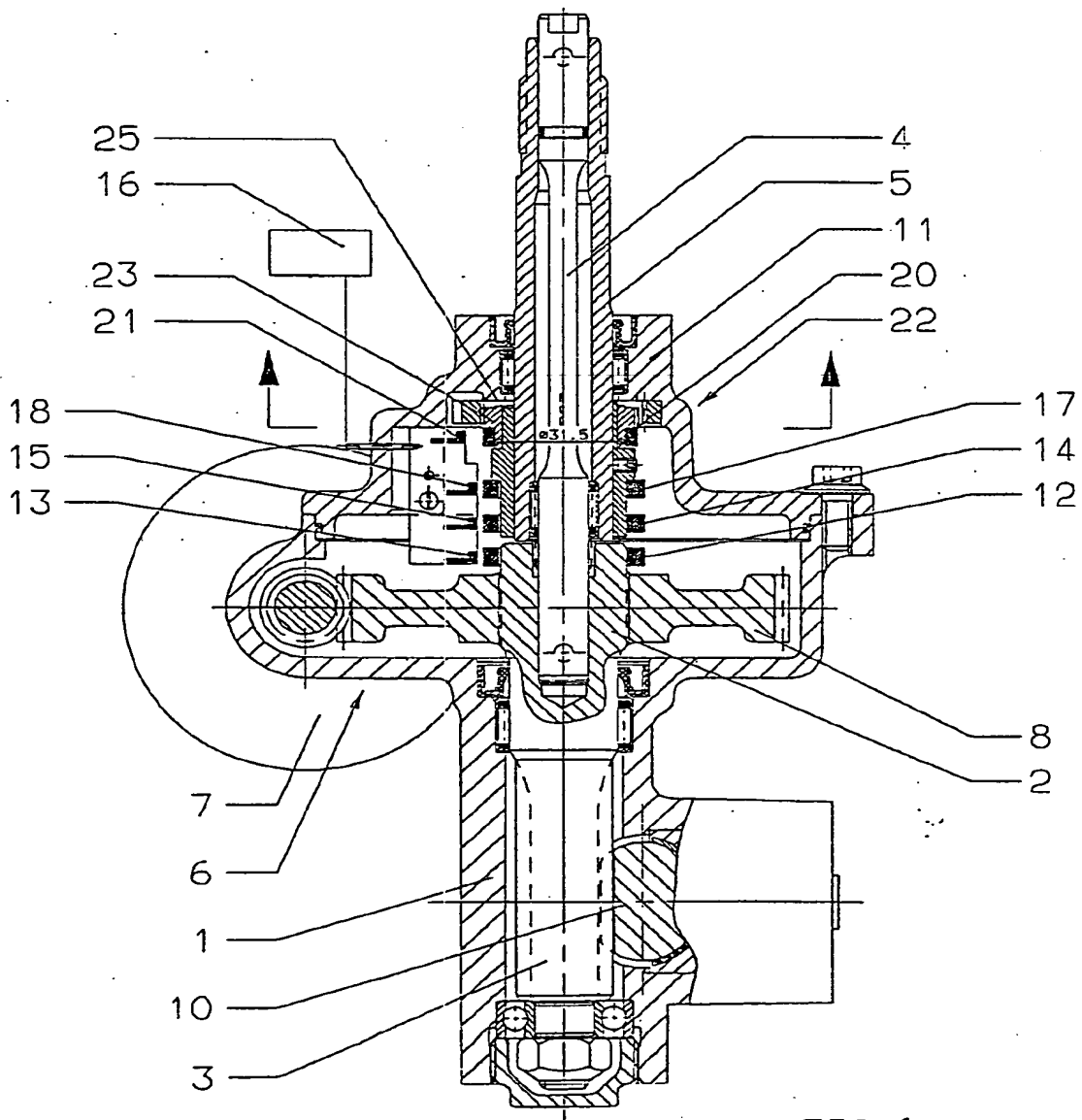


FIG. 1